

#### 41.1 [sidan 1154] Våg- och materiefysik MÖ

Silver har Fermienergin  $E_F = 5.5$  eV. Vid temperaturen  $T = 0^\circ \text{C} = 273.15$  K ger detta sannolikheten för ockupation vid olika energier  $E$  enligt den sk Fermi-Dirac fördelningen (41-6)

$$P(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{E-E_F}{k_B T}\right) + 1}, \quad (1)$$

där  $k_B = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} = 8.617 \cdot 10^{-5} \text{ eV/K}$  är Boltzmanns konstant.

**a)** För  $E = 4.4$  eV får vi (räknar genomgående i eV)

$$P(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{4.4-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot 273.15}\right) + 1} = \frac{1}{\exp(-46.7) + 1} \simeq 1. \quad (2)$$

**Svar a):** Sannolikheten är 1.0.

**b)** För  $E = 5.4$  eV får vi

$$P(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{5.4-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot 273.15}\right) + 1} = 0.9859. \quad (3)$$

**Svar b):** Sannolikheten är 0.99.

**c)** För  $E = 5.5$  eV får vi

$$P(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{5.5-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot 273.15}\right) + 1} = \frac{1}{1 + 1} = 0.5. \quad (4)$$

**Svar c):** Sannolikheten är 0.50.

**d)** För  $E = 5.6$  eV får vi

$$P(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{5.6-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot 273.15}\right) + 1} = 0.01408. \quad (5)$$

**Svar d):** Sannolikheten är 0.014.

**e)** För  $E = 6.4$  eV får vi

$$P(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{6.4-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot 273.15}\right) + 1} = 2.476 \cdot 10^{-17}. \quad (6)$$

**Svar e):** Sannolikheten är  $2.5 \cdot 10^{-17}$  (nästan 0).

f) Vi söker nu temperaturen  $T$  så att  $E = 5.6$  eV ger sannolikheten 0.16

$$P(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{5.6-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot T}\right) + 1} = 0.16, \quad (7)$$

$$\exp\left(\frac{5.6-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot T}\right) = \frac{1}{0.16} - 1 = 5.250, \quad (8)$$

$$\frac{5.6-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot T} = \ln(5.250), \quad (9)$$

$$T = \frac{5.6-5.5}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot \ln(5.250)} = \frac{0.1}{8.617 \cdot 10^{-5} \cdot 1.658} = 6.999 \cdot 10^2 \text{ K}, \quad (10)$$

**Svar f):** Den sökta temperaturen är 700 K.